

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI KHAMIR SEBAGAI
AGENS BIOREMIDIASI RESIDU FUNGISIDA BERBAHAN
AKTIF TEMBAGA HIDROKSIDA SECARA *IN VITRO***

Oleh
SILLIA FARRANITA



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2018**

**EKSPLORASI DAN UJI POTENSI KHAMIR SEBAGAI
AGENS BIOREMEDIASI RESIDU FUNGISIDA BERBAHAN
AKTIF TEMBAGA HIDROKSIDA SECARA *IN VITRO***

Oleh

SILLIA FARRANITA

145040201111187

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S - 1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2018**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2018

Sillia Farranita



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens
Bioremediasi Residu Fungisida Berbahan Aktif
Tembaga Hidroksida Secara *In Vitro*

Nama Mahasiswa : Sillia Farranita

NIM : 145040201111187

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.
NIP. 19551212 198003 2 003

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 201304 841014 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MEJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 0032

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.
NIK. 2013048410141001

Penguji III

Penguji IV

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D
NIP. 19551212 198003 2 003

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Sillia Farranita. 145040201111187. Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens Bioremediasi Residu Fungisida Berbahan Aktif Tembaga Hidroksida Secara *in Vitro*. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. sebagai pembimbing utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP. MP. sebagai pembimbing pendamping.

Kebutuhan pestisida sintetis dari tahun ke tahun mengalami peningkatan karena banyaknya produk pestisida yang beredar di pasaran. Pestisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman yang dapat menurunkan hasil pertanian secara kualitas maupun kuantitas. Tingginya intensitas penggunaan fungisida dapat menekan perkembangan penyakit pada tanaman budidaya. Penyakit pada tanaman ini dapat mengakibatkan turunnya nilai jual produk pertanian. Namun dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan dari fungisida ini dapat mengendalikan jamur di dalam tanah. Salah satu fungisida yang digunakan petani dalam mengendalikan penyakit bercak daun yaitu fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida. Fungisida yang mengandung tembaga dapat meningkatkan hasil tanaman, pestisida ini mengurangi bercak daun dan menyebabkan berkurang daun rontok.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan Laboratorium Bioteknologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari sampai september 2018. Parameter pengamatan yang digunakan adalah uji adaptasi dan uji degradasi. Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari hasil eksplorasi khamir, identifikasi khamir, pembuatan stok kultur khamir jamur, pembuatan larutan stok fungisida, uji adaptasi khamir menggunakan media peracunan fungisida tembaga hidroksida dengan konsentrasi 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 ml, dan uji degradasi tembaga hidroksida oleh jamur secara *in vitro* menggunakan kontrol positif, kontrol negative, dan perlakuan menggunakan khamir. Analisis sidik ragam menggunakan uji F taraf kesalahan 5% diolah menggunakan Microsoft excel 2013 dan SPSS. Selanjutnya apabila terdapat perbedaan yang nyata akan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kesalahan 5%.

Dari hasil penelitian ditemukan 3 isolat khamir yang ditemukan pada tanah yang tercemar fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida yang terdiri dari: *Candida* sp. (K14), *Pichia* sp. (K15), dan *Saccharomyces* sp. (K16). Pada uji adaptasi yang dilakukan dengan menggunakan media yang telah diracuni oleh fungisida tembaga hidroksida ke 16 isolat khamir mampu bertahan pada konsentrasi 10 ml. Pada uji degradasi perlakuan kontrol positif mengalami hambatan dibandingkan kontrol negatif yang tidak diberi fungisida serta larutan khamir.

SUMMARY

Sillia Farranita. 145040201111243. Exploration and Test Potential of Yeast Bioremediation Agents as a Fungicide Active Residue Copper Hydroxide *In Vitro*. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D and Antok Wahyu Sektiono, SP. MP.

Synthetic pesticides needs from year to year has increased because of the large number of pesticide products that are circulating on the market. Pesticides are chemicals used to control a plant pest organisms can decrease agricultural output in quality as well as quantity. The high intensity of use of the fungicide can suppress the development of disease in plant cultivation. Plant disease can lead to a decline in the value of selling agricultural products. But the negative impact brought about by the use of fungicides to control this fungus in the soil. One of fungicides used in controlling the farmer leaves patches of disease active copper hydroxide-based fungicide. Fungicides containing copper can increase crop yield, these pesticides reduce the leaves and cause reduced leaf loss.

The research was carried out in the laboratory of plant pathology and Biotechnology laboratory, Department of Plant Pests and diseases, Faculty of Agriculture University of Brawijaya Malang in February to september 2018. The parameters used are observation test adaptation and testing of degradation. Research compiled based on Random Design complete (RDC) consisting of exploration, the identification of yeast yeast yeast yeast culture stock creation, manufacture, stock solutions of the test fungicides, adaptation of yeasts to use media poisoning fungicide copper hydroxide with a concentration of 0, 2, 4, 6, 8, and 10 ml, and test copper hydroxide degradation by fungi in in vitro using the positive control, negative control, and treatment using yeast. Analysis of the multifactorial prints using the F test error level 5% processed using Microsoft excel and SPSS 2013. Furthermore when there is a real difference will be continued with test Duncan on levels 5% error.

From the results of the study found 3 isolates yeasts found in soil contaminated fungicide made from active copper hydroxide comprising: *Candida* SP. (K14), *Pichia* SP. (K15), and *Saccharomyces* SP. (K16). In the test performed by the adaptation with media that had been poisoned, i by fungicides copper hydroxide to 16 isolates yeasts are able to hang on to a concentration of 10 ml. on test positive control treatment experienced degradation resistance compared to controls negative given the fungicides as well as solution of yeasts.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Eksplorasi dan Uji Potensi Khamir Sebagai Agens Bioremediasi Residu Fungisida Berbahan Aktif Tembaga Hidroksida Secara *In Vitro*”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua dan kakak atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D. dan Antok Wahyu Sektiono, SP. MP. selaku dosen pembimbing atas kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingan penelitian kepada penulis. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada teman-teman Laboratorium Bioteknologi, kepada seluruh dosen, karyawan, teman-teman mahasiswa Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan seluruh pihak yang telah membantu penulis.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak dan memberikan sumbangan pemikiran dalam kemajuan ilmu pengetahuan.

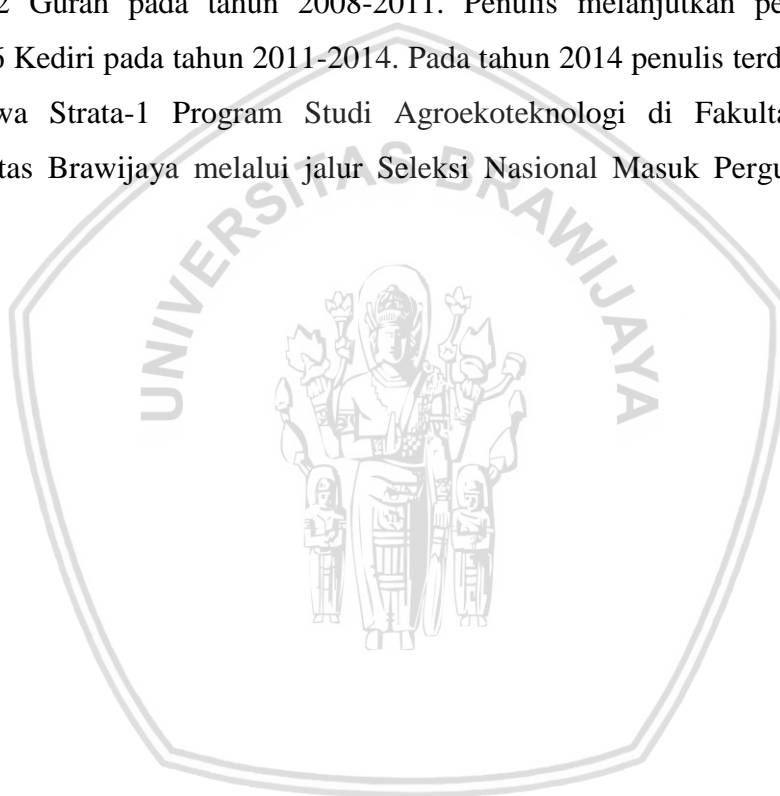
Malang, Desember 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Blimbing, Kecamatan Gurah, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur, pada tanggal 6 November 1995 sebagai putri kedua dari Bapak Purwito dan Ibu Kartini. Penulis mempunyai satu saudara laki-laki kandung.

Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Dharma Wanita pada tahun 2000-2002, kemudian penulis melanjutkan pendidikan dasar di SDN Blimbing pada tahun 2002-2008, kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 2 Gurah pada tahun 2008-2011. Penulis melanjutkan pendidikan ke SMAN 6 Kediri pada tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
Tujuan	Error! Bookmark not defined.
Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
Manfaat	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
Bioremediasi	Error! Bookmark not defined.
Fungisida Tembaga Hidroksida	Error! Bookmark not defined.
III. BAHAN DAN METODE	Error! Bookmark not defined.
Tempat dan Waktu Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Khamir	11
Jamur patogen <i>C. arachidicola</i>	12
Uji Adaptasi Khamir pada Media Peracunan	13
Uji Degradasi Khamir terhadap Jamur Ptogen <i>C. arachidicola</i>	14
Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
Isolasi dan identifikasi khamir	Error! Bookmark not defined.
Uji Adaptasi Khamir pada Media Peracunan.....	Error! Bookmark not defined.
Uji Degradasi Khamir terhadap Jamur Patogen <i>C. arachidicola</i>	22
V. KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Khamir hasil eksplorasi tanah yang terkontaminasi fungisida tembaga hidroksida	11
2	Khamir hasil eksplorasi	13
3	Rerata panjang diameter khamir	17
4	Rerata jamur patogen <i>C. arachidicola</i>	22

Lampiran

1	Sidik ragam pada uji adaptasi.....	28
2	Sidik ragam pada uji degradasi fungisida tembaga hidroksida ...	28



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Khamir <i>Candida</i> sp. (K14).....	15
2	Khamir <i>Phicia</i> sp. (K15)	16
3	Khamir <i>Saccharomyces</i> sp. (K16).....	17
4	Rerata khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 0 g/l	18
5	Rerata khamir pada medi PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 2 g/l.....	18
6	Rerata khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 4 g/l.....	19
7	Rerata khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 6 g/l.....	19
8	Rerata khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 8 g/l.....	20
9	Rerata khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 10 g/l.....	20
Lampiran		
1	Berbagai khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 6 g/l dalam uji adaptasi n 6 ml.....	29
2	Berbagai khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 6 g/l dalam uji adaptasi n 6 ml.....	30
3	Berbagai khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 6 g/l dalam uji adaptasi n 6 ml.....	31
4	Jamur patogen <i>C. arachidicola</i> terhadap berbagai khamir dalam uji degradasi	31
5	Jamur patogen <i>C. arachidicola</i> terhadap berbagai khamir dalam uji degradasi.....	32
6	Jamur patogen <i>C. arachidicola</i> terhadap berbagai khamir dalam uji degradasi.....	33



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan pestisida sintetis dari tahun ke tahun mengalami peningkatan karena banyaknya produk pestisida yang beredar di pasaran. Pestisida adalah bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan organisme pegganggu tanaman yang dapat menurunkan hasil pertanian secara kualitas maupun kuantitas. Pengendalian serangan jamur patogen telah banyak dilakukan, salah satunya yaitu dengan menggunakan fungisida sintetis. Fungisida yang ada di dalam tanah dapat meracuni tanaman dan organisme non target (Arsyadana, 2014). Tingginya intensitas penggunaan fungisida dapat menekan perkembangan penyakit pada tanaman budidaya. Penyakit pada tanaman budidaya ini dapat menyebabkan turunnya nilai jual produk pertanian. Penggunaan fungisida sintetis dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan serangga pemakan miselia jamur kehilangan nutrisi di dalam tanah (Scheu dan Floger, 2004).

Penggunaan fungisida yang intensif dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Fungisida yang mengandung tembaga dapat meningkatkan hasil tanaman, mengurangi bercak daun, dan mengurangi gugurnya daun. Salah satu fungisida yang digunakan petani dalam mengendalikan penyakit bercak daun yaitu fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida (Semangun, 2008). Tanaman kacang tanah merupakan tanaman penting yang tumbuh terutama di negara tropis, namun tanaman kacang tanah rentan terhadap serangan penyakit yang disebabkan patogen jamur *C. arachidicola*. Penyakit bercak daun yaitu penyakit jamur tanah yang membentuk bercak-bercak bulat, dengan garis tengah 1-5 mm, bercak berwarna kuning di bagian pinggir, dan coklat kehitaman pada bagian tengah. Penyakit ini dapat mengurangi jumlah polong, jumlah biji, dan berat biji pertanaman tergantung dari cepat atau lambat penyakit timbul karena dapat menurunkan produksi hingga 50% (Semangun, 2008).

Penggunaan mikroba sebagai agens bioremediasi dapat memperbaiki lingkungan yang tercemar residu fungisida yaitu dengan menggunakan khamir yang hidup dalam tanah. Beberapa jamur mikoriza yang memiliki kemampuan sebagai bioremediator yaitu: *Candida*, *Saccharomyces*, *Trichosporon*,

Filobasidium dan *Phicia* (Ashliha dan Alami, 2014). Penelitian tentang pengendalian terhadap pencemaran fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida belum banyak dilakukan. Potensi khamir dalam mendegradasi dan residu bahan aktif fungisida perlu dikaji kemampuannya sebagai bioremediator residu fungisida tembaga hidroksida ini diharapkan mampu dan berpotensi sebagai bioremediator residu fungisida tembaga hidroksida.

Tujuan Penelitian

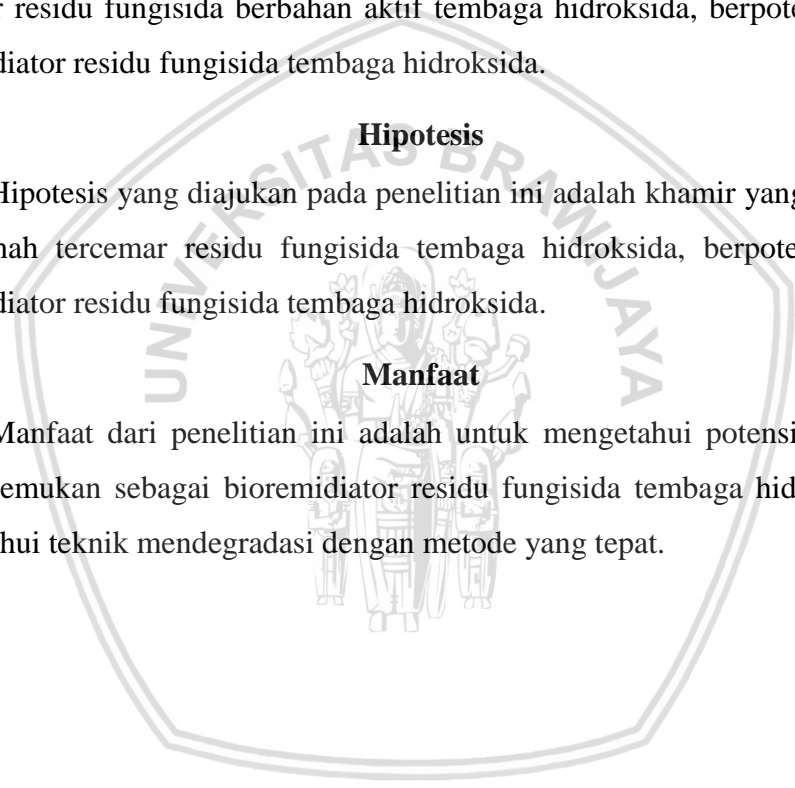
Tujuan dari penelitian ini adalah khamir yang ditemukan pada tanah yang tercemar residu fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida, berpotensi sebagai bioremediator residu fungisida tembaga hidroksida.

Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah khamir yang ditemukan pada tanah tercemar residu fungisida tembaga hidroksida, berpotensi sebagai bioremediator residu fungisida tembaga hidroksida.

Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi dari jamur yang ditemukan sebagai bioremediator residu fungisida tembaga hidroksida dan mengetahui teknik mendegradasi dengan metode yang tepat.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Bioremediasi

Bioremediasi yaitu suatu proses penguraian limbah organik atau anorganik dengan menggunakan bakteri, jamur, tanaman, dan enzimnya. Remediasi yaitu suatu proses dekontaminasi air dan tanah dari senyawa yang berbahaya, seperti hidrokarbon, logam berat, pestisida dan lain-lain. (Munir, 2006; Vidali, 2011; Singh *et. al*, 2006). Bioremediasi yaitu penggunaan mikro organisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada suatu polutan tertentu yang berperan menurunkan kadar polutan tersebut. Pada proses bioremediasi, enzim-enzim yang diproduksi oleh *mikro organisme* yang memodifikasi struktur polutan beracun menjadi tidak kompleks sehingga menjadi suatu metabolit tidak beracun dan tidak berbahaya (Priadi, 2012). Senyawa-senyawa hasil bioremediasi berupa karbondioksida, metana, air, gram organik, biomasa dan hasil senyawa yang semula ada menjadi lebih sederhana (Citroreksoko, 1996).

Faktor yang mempengaruhi bioremediasi. Mikroorganisme dalam mendegradasi suatu senyawa kimia yaitu bahan aktif pestisida dibutuhkan syarat tertentu agar mikroorganisme tersebut dapat bekerja optimal dalam menguras senyawa kimia. Faktor yang mempengaruhi bioremediasi antara lain: (Palar, 1994)

a. Tipe dan jumlah logam berat pencemar

suatu tingkat tinggi maupun rendahnya degradasi logam berat merusak atau pencemar. Semakin tinggi jumlah dari logam berat akan membuat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman dan dapat mematikan bakteri yang rentan pada logam tersebut.

b. Suhu

Tinggi dan rendahnya temperatur mempengaruhi kondisi fisik dari logam berat, mencemari tanah serta mikroorganisme yang mengkonsumsinya. Temperatur yang tinggi dapat mengganggu pertumbuhan dari mikroba pendegradasi yang dalam pertumbuhan optimumnya.

c. Nutrien

Masuknya sumber karbon akan berpengaruh pada nutrien anorganik yang menyebabkan berkurang secara cepat akan membatasi tingkat biodegradasi,

sehingga biostimulasi dapat digunakan untuk memaksimalkan proses bioremediasi.

d. pH

Tinggi dan rendahnya pH akan berpengaruh dalam pertumbuhan mikroorganisme. Mayoritas mikroorganisme akan tumbuh dengan subur pada pH antara 6 dan 8, namun mikroorganisme mampu mendegradasi toksisitas pestisida dengan derajat keasaman di bawah pH netral.

e. Oksigen

Oksigen adalah faktor pembatas dari laju degradasi logam berat serta pertumbuhan mikroba. Kebutuhan oksigen digunakan untuk mengkatabolisme logam berat dengan mengoksidasi substrat dengan katalis enzim oksigenase.

f. Kadar air

Kadar air yang terlalu tinggi akan berdampak pada sulitnya oksigen masuk ke dalam tanah pada saat proses bioremediasi.

g. Waktu kontak

Semakin lama waktu kontak dari mikroba dengan permukaan medium akan berpengaruh pada tingginya mikroba yang menempel di permukaan substrat sehingga proses leachingnya semakin tinggi.

Macam-macam bioremediasi. Menurut Enviromental Responce Division (1998), macam-macam bioremediasi ada dua macam yaitu: (Bioremediasi *in situ* dan bioremediasi *ex situ*).

a. Bioremediasi *in-situ*

Yaitu teknologi bioremediasi dilakukan pada tempat terkontaminasi zat tertentu tanpa membuang material yang terkena kontaminasi. Bioremediasi *in situ* dibagi menjadi dua yaitu :

- Bioremediasi *in situ intrinsic*, yaitu teknologi yang terjadi secara alami didalam proses mendegradasi.
- Bioremediasi *in situ* ditingkatkan, yaitu teknologi yang dapat diaplikasikan pada air dalam tanah dengan menambahkan kelembaban untuk meningkatkan aktifitas populasi mikroba.

b. Bioremediasi *ex situ*

Yaitu teknologi bioremediasi yang dilakukan dengan membuang material terkontaminasi. Bioremediasi *ex situ* dibagi menjadi tiga yaitu :

- *Land treatment*, yaitu tanah yang terkontaminasi di pindahkan pada lahan khusus secara periodik diamati sampai polutan terdegradasi.
- *Land treathment*, yaitu proses biologi dengan menggunakan mikroorganisme pada kondisi yang termofilik (40° -50° C).
- *Biopiles*, Yaitu mencampurkan tanah yang di ambil dengan tanah tambahan, selanjutnya ditempatkan pada tempat perlakuan dengan sistem kedap air dan sistem aerasi.

Khamir

Karakteristik. Khamir yaitu jamur bersel tunggal, dalam bidang idustri keberadaan khamir dibahas terpisah dengan jamur. Khamir banyak digunakan didalam proses tradisional dan modern, yaitu produksi makanan, minuman, enzim, bahan kimia dan bahan farmasi. Khamir untuk bioteknologi yaitu *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Debarromyces* dan *Yarrowia*. Sebagian besar khamir memiliki aktifitas antagonistik yang kuat terhadap beberapa kapang. Khamir dapat dimanfaatkan oleh agensi biokontrol kapang yang menimbulkan kerusakan sebelum dan sesudah panen buah dan sayur, misalnya pada *Botrytis*, *Penicillium*, *aspergillus*, dan *Rhizopus spp.* Untuk penggunaan agensi biokontrol dapat mengurangi penggunaan fungisida. Terdapat beberapa spesies khamir yang digunakan secara komersial yaitu *C. oleophila*, *Pseudozyma flocculosa*, *Metschnikowia pulcherrima*, *P. guilliermondii*, *C. sake*, *Sporobolomyces roseus*, *Aureobasidium pululans*, dan beberapa spesies lainnya (Hidayat *et. al*, 2016).

Khamir yaitu kelompok mikroorganisme uniseluler yang memiliki kelebihan yaitu bioekologinya lebih adaptif pada permukaan tanaman kering, tahan terhadap terpaan sinar matahari, cuaca yang tajam dan miskin nutrisi. khamir berpotensi sebagai antagonis patogen tanaman (Fonseca dan Inacio, 2006).

Fase pertumbuhan dan perkembangan khamir. Khamir dapat tumbuh pada media cair dan padat, cara perkembangbiakan seperti bakteri tumbuh. Khamir dapat tumbuh dengan lima cara yaitu: (Bernet, 2011).

- a. Khamir sebagian besar berkembangbiak secara aseksual dengan pertunasan. Pertunasan yaitu proses penonjolan protoplasma keluar dari dinding sel (pembentukan tunas, pembesaran dan selanjutnya pelepasan menjadi sel khamir yang baru).
- b. Batas aktivitas air khamir terendah untuk proses pertumbuhan berkisar 0,88-0,94 cm. Khamir yang bersifat osmofilik dapat tumbuh pada medium dengan aktivitas air yang rendah yaitu 0,62-0,65 cm.
- c. Suhu dan pH untuk pertumbuhan khamir hampir sama dengan pertumbuhan kapang yaitu pada suhu optimum 25-30°C dan suhu maksimum 34-47°C, beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0°C. Beberapa khamir lebih cepat tumbuh pada pH 4,0-4,5 namun tidak dapat tumbuh pada medium alkali kecuali jika telah beradaptasi.
- d. Khamir bersifat aerob yaitu memerlukan oksigen. Khamir yang bersifat fermentative hidup dalam keadaan aerob yaitu tidak memerlukan oksigen. Dalam proses pertumbuhan khamir menggunakan nitrogen bentuk yang sederhana maupun kompleks khamir tidak berperan dalam penyakit yang ditularkan melalui makanan.
- e. Resistensi khamir terhadap panas askospora (spora) khamir dapat dibunuh pada suhu 5-10°C yaitu lebih besar dari sel vegetatifnya.

Potensi khamir sebagai agens bioremediasi. Beberapa spesies khamir telah dilaporkan dapat mengendalikan patogen pada tanaman hortikultura yaitu sayur-mayur dan buah-buahan (Mari dan Guizzardi, 1998). Khamir memiliki aktivitas antagonistik yang kuat terhadap kapang, yaitu dapat dimanfaatkan sebagai agensia biokontrol kapang yang dapat merusak sebelum dan sesudah panen pada buah dan sayur, penggunaan agensia biokontrol mampu mengurangi penggunaan fungisida. Adapun spesies khamir yang digunakan secara komersial adalah *C. oleophila*, *P. flocculosa*, *M. pulcherrima*, *P. guilliermondii*, *C. sake*, *S. roseus*, *A. pullulans* dan beberapa spesies lainnya serta spesies *P. anomala* telah digunakan secara baik sebagai biokontrol yang berfungsi dalam melawan jamur-jamur perusak silase serealia (Hidayat *et. al*, 2016; Nara dan Sardjono, 1970).

Fungisida Tembaga Hidroksida

Fungisida. Jenis fungisida dibagi menjadi 3 kelompok yaitu: (Sumarto, 2008).

- Fungisida non sistemik berfungsi mencegah cendawan dengan cara menghambat perkecambahan spora dari miselia jamur yang menempel pada permukaan daun tanaman.
- Fungisida sistemik menghambat cendawan yang sudah masuk ke dalam jaringan tanaman, fungisida jenis ini mampu di serap oleh tanah jadi sebagai proses pengaplikasiannya tidak perlu untuk terlalu sering.
- Fungisida sistemik local fungisida ini diabsorpsi oleh jaringan tanaman namun tidak dapat di translokasikan pada bagian tanaman lainnya.

Tembaga hidroksida. Bubuk yang bercahaya biru berfungsi memodifikasi agens dan sebagai stabilisator yang bersifat bebas. Tembaga hidroksida yaitu gabungan tembaga (Cu^{2+}) dan Hidroksida (OH^-) yang berasal dari unsur Mangan (Mn) turunan ke (II) dengan rumus kimia $\text{Cu}(\text{OH})_2$, dengan nama kimia tembaga hidroksida (FAO, 1998). Fungisida ini dapat larut dalam air dan mudah di translokasi dari akar ke bagian tanaman. Secara fisik tembaga memiliki warna kuning, dilihat menggunakan mikroskop akan terlihat warna pink kecoklatan hingga keabuan. Cu termasuk dalam golongan logam berwarna merah dan mudah untuk berubah bentuk (Taringan *et. al*, 2003). Tembaga memiliki nomor atom 29, massa atom 63,546 gr/mol, densitas 8,92, penguapan 300,5 KJ/mol, titik lebur 1083 °C, titik didih 2595 °C dan massa jenis 62,526 (Svehla, 1985).

Cu yaitu elemen mikro yang dibutuhkan oleh organisme darat dan perairan dalam jumlah yang sedikit. Keberadaan Cu di suatu perairan berasal dari daerah industri yang berada di sekitar perairan tersebut. Dalam keadaan normal Cu diperlukan untuk proses enzimatik biasanya sangat sedikit dalam keadaan lingkungan tercemar menghambat sistem enzim (enzim inhibitor). Pada binatang lunak (molusca) sel leukosit sangat berperan dalam sistem translokasi dan detoksifikasi logam (Priade, 2012). Partikel nano Cu ($\text{OH})_2$ yaitu seyawa tembaga yang memiliki banyak aplikasi sebagai fungisida dan nematisida. Tembaga hidroksida yaitu senyawa yang paling toksik terhadap *E. vermiculata* dan

digunakan sebagai insektisida pada tanaman kenari, anggur, buah-buahan serta jenis kacang-kacangan (Riyanto dan Rozali, 2015). Tembaga hidroksida digunakan sebagai fungisida pada buah, sayur dan tanaman hias, pembuatan rayon, pembunuh jamur dalam cat, pewarna keramik, katalisator dan nematicida. Tembaga hidroksida dikembangkan dengan berbagai metode sintesis partikel yaitu sebagai biosintesis, pengendapan kimia, dan elektrokimia.



III. BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Februari sampai September 2018.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mikroskop *compound*, *laminar air flow cabinet* (LAFC), gunting, kertas label, tabung reaksi (v: 10 ml), penggaris, cawan Petri (d: 9cm), kaca objek, kaca penutup, kapas, *cork borer*, kantung plastik, *rotary shaker*, gelas ukur (v: 100ml), *beaker glass* (v: 500ml), kertas Whattman, jarum Ose, tip, mikropipet, tabung Erlenmeyer, lemari pendingin, *autoclave*, timbangan analitik, kompor, stik L, *aluminium foil*, dan plastik tahan panas.

Bahan yang digunakan yaitu sampel tanah, isolat *C. arachidicola*, *potato dextrose agar* (PDA), *potato dextrose broth* (PDB), alkohol 70%, kloroks, *aquadest*, spirtus, kloramfenikol dan fungisida tembaga hidroksida.

Metode Penelitian

Penelitian ini dalam pelaksanaan meliputi beberapa tahapan yaitu: sterilisasi alat, pembuatan media padat dan media cair, pengambilan sampel tanah, isolasi, pemurnian khamir, dan identifikasi khamir. Tahap selanjutnya pembuatan stok kultur khamir, stok kultur fungisida, pengambilan sampel daun, isolasi, pemurnian dan identifikasi. Tahap selanjutnya yaitu uji adaptasi dan uji degradasi.

Sterilisasi alat. Sterilisasi alat menggunakan *autoclave* dan alkohol 70%. Alat-alat yang di sterilkan di *autoclave* adalah tabung reaksi, cawan Petri, kapas, *cork borer*, gelas ukur, kertas Whattman, tip, tabung Erlenmeyer dengan suhu 121⁰C dan tekanan 1,5 atm selama 60 menit. Alat-alat yang tidak tahan panas di sterilkan menggunakan alkohol 70%. Alat-alat yang sudah steril selanjutnya akan digunakan pada pembuatan media padat dan media cair.

Pembuatan media padat dan cair. Media padat yang digunakan adalah media PDA yaitu dalam pembuatannya untuk 1000ml media PDA menggunakan 250 gr kentang, agar 20 gr, dekstrosa 20 gr, dan 1000 ml *aquadest*. Langkah

pertama yaitu mengupas kentang kemudian dicuci pada air mengalir dan dipotong dadu 1x1 cm (bisa dipotong memanjang tipis 2 x 0,5 cm) selanjutnya direbus dengan *aquadest* 1000 ml. Setelah mendidih air rebusan kentang disaring dan ditambah *aquadest* hingga mencapai volume 1000 ml. Selanjutnya tambahkan agar, dekstrose, dan 2 kapsul kloramfenikol lalu diaduk hingga merata setelah itu dimasukkan ke dalam botol media dan ditutup dengan *aluminium foil*. Selanjutnya di sterilkan didalam *autoclave*.

Media cair yang digunakan adalah PDB. Bahan yang digunakan yaitu kentang 250 gr, dekstrose 20 gr, kloramfenikol 2 kapsul dan *aquadets* 1000 ml. Kentang yang sudah dikupas dicuci menggunakan air. Selanjutnya kentang dipotong memanjang tipis berukuran 2 x 0,5 cm menggunakan pisau. Setelah itu, kentang direbus menggunakan *aquadest*, setelah mendidih air rebusan disaring dan ditambah *aquadest* hingga mencapai volume 1000 ml dan dekstrose. Selanjutnya media dituang ke dalam botol media dan ditutup menggunakan *aluminium foil*. Media di sterilkan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121⁰C dan tekanan 1,5 atm selama 60 menit. Media yang sudah jadi selnjutnya akan digunakan pada tahap isolasi dan pemurnian jamur tanah.

Identifikasi Khamir dari Tanah yang Terkontaminasi Fungisida

Pengambilan contoh tanah. Contoh tanah didapatkan dari PT. BISI Internasional Tbk. Farm Kencong, Kecamatan Kepung, Kabupaten Kediri, Jawa Timur, karena penggunaan fungisida secara intensif di tempat tersebut dan menggunakan fungisida yang sama sejak awal didirikannya diperusahaan. Pengambilan contoh tanah penelitian dilakukan dengan metode acak pada 5 titik secara acak dengan kedalaman 0-15 cm. Selanjutnya contoh tanah di jadikan satu agar homogen dan dimasukkan ke dalam kantung plastik. Contoh tanah dibawa ke laboratorium untuk di keringanginkan. Selanjutnya contoh tanah akan digunakan untuk isolasi jamur tanah dan pemurnian.

Isolasi. Contoh tanah yang di ambil dan sudah di keringanginkan adalah 10 gr. Contoh tanah dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang telah ditambahkan 100 ml *aquadest* dan pestisida yang berbahan aktif tembaga hidroksida sebanyak 0,2 gr sesuai dosis anjuran produk. Larutan tersebut

selanjutnya dikocok menggunakan *rotary shaker* selama 24 jam. Larutan yang telah selesai dikocok selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat menggunakan tabung reaksi sampai dengan pengenceran 10^{-5} . Pengenceran bertingkat dilakukan dengan mengambil 1 ml suspensi dari tabung Erlenmeyer yang berisi isolat hasil *shaker*. Selanjutnya dimasukkan ke tabung reaksi yang berisi *aquadest* steril sebanyak 9 ml dan diencerkan dengan seri pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , dan 10^{-5} . Setiap hasil pengenceran diambil 100 μ m dan diinokulasikan pada media PDA di cawan Petri dengan metode sebar menggunakan stik L. Selanjutnya disimpan selama tiga hari pada suhu ruang dan diamati pertumbuhan koloni yang diduga khamir. Berdasarkan pengamatan makroskopis dengan ciri-ciri koloni khamir berwarna putih, bertekstur butiran, tepi koloni rata atau bergelombang, elevasi timbul dan permukaan mengkilap (Kurtzman dan Fell, 1998).

Pemurnian. Berdasarkan hasil isolasi didapatkan khamir selanjutnya di pindahkan pada media PDA baru. Isolat khamir yang tumbuh dengan makroskopis yang berbeda-beda di pindahkan satu persatu dengan metode tiga kuadran streak untuk memperoleh koloni tunggal. Hasil pemurnian yang terdapat koloni tunggal selanjutnya diidentifikasi makroskopis dan mikroskopisnya.

Identifikasi. Penampakan makroskopis yang diamati yaitu bentuk, warna, tekstur, permukaan, tepian, dan elevasi koloni khamir. Identifikasi mikroskopis yaitu dengan meletakkan koloni tunggal khamir pada kaca objek dengan mengikut sertakan sedikit media PDB. Selanjutnya disiapkan kotak plastik yang telah diberi kapas steril dan *aquadest* steril lalu khamir di masukkan dalam kotak. Khamir disimpan pada suhu ruang. Setelah dua sampai tiga hari dilakukan pengamatan mikroskopis meliputi bentuk sel, ukuran, *budding* (pertunasan), tipe pertunasan, tipe sel, dan pengamatan dengan mikroskop menggunakan perbesaran 400 kali.

Tabel 1. Khamir hasil eksplorasi tanah yang terkontaminasi fungisida tembaga hidroksida

No	Khamir
1.	<i>Candida</i> sp.
2.	<i>Pichia</i> sp.
3.	<i>Sacchromyces</i> sp.

Stok kultur. Setiap isolat dibiakkan pada media cair PDB 100 ml. Selanjutnya khamir diambil sebanyak 1 Ose dan dihomogenkan di *rotary shaker* selama 3 hari. Tujuan dari *shaker* untuk memperbanyak sel-sel khamir yang baru. Larutan stok khamir ini digunakan pada uji adaptasi dan uji degradasi tembaga hidroksida.

Larutan stok fungisida. Media cair PDB sebanyak 100 ml ditambahkan fungisida sebanyak 20 gr atau 100x konsentrasi anjuran dari produknya (2 gr/L). Setelah itu larutan stok fungisida disimpan untuk digunakan dalam uji adaptasi dan degradasi.

Identifikasi Jamur Patogen *C. arachidicola* dari Daun Kacang Tanah

Pengambilan daun. Daun contoh tanaman kacang tanah didapatkan dari Dau, Kota Malang. Tanaman contoh yang bergejala penyakit bercak daun diambil sebanyak 5 tanama. tanaman yang diambil dipotong pada bagian tengah dari tanaman yang akan didapatkan daun serta batang. Contoh daun yang sudah di ambil selanjutnya di masukkan dalam kantung plastik dan dibawa ke Laboratorium Bioteknologi untuk proses isolasi.

Isolasi. Daun tanaman contoh yang diambil dicuci menggunakan air mengalir. Selanjutnya di masukkan kedalam kotak yang sudah diberi kapas steril dan *aquadest* steril. Setelah itu disimpan selama tiga hari dan didapatkan spora yang tumbuh pada daun yang diisolasi.

Pemurnian. Daun contoh tanaman kacang tanah hasil isolasi didapatkan spora. Spora yang tumbuh di ambil menggunakan jarum Ose dan diletakkan pada media PDA untuk menumbuhkan jamur patogen. Pengambilan Spora berjumlah lima pada daun contoh yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang optimal. Hasil pemurnian diidentifikasi penampakan makroskopis dan mikroskopisnya.

Identifikasi. Jamur patogen yang sudah tumbuh pada media PDA di identifikasi makroskopisnya yaitu: ciri, tekstur, dan warna. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan meletakkan koloni jamur patogen pada kaca objek dengan mengikut sertakan sedikit media PDA. Selanjutnya disiapkan kotak plastik yang telah diberi kapas steril dan diberi *aquadest* steril. Setelah itu kaca objek dimasukkan ke dalam kotak dan disimpan pada suhu ruang selama 3 HSI.

Pengamatan mikroskopis meliputi bentuk sel, ukuran, pertunasan, tipe pertunasan, tipe sel, dan pengamatan dengan mikroskop menggunakan perbesaran 400 kali. Jamur patogen selanjutnya akan digunakan pada uji degradasi.

Uji Adaptasi Khamir pada Media Peracunan

Koloni tunggal hasil pemurnian isolat khamir yang di dapatkan, selanjutnya diuji adaptasi terhadap fungisida tembaga hidroksida. Khamir yang ditemukan pada eksplorasi tanah yang tercemar fungisida tembaga hidroksida berjumlah 3 khamir yaitu *Candida* sp., *Pichia* sp., dan *Saccharomyces* sp. (Tabel 1). Khamir koleksi Labortorium Bioteknologi berjumlah 13 digunakan sebagai pembanding yaitu K1 sampai K13 (Tabel 2). Uji adaptasi menggunakan RAL dengan 16 isolat khamir dan dilakukan 3 kali ulangan, sehingga terdapat 288 satuan percobaan (Tabel 2). Larutan stok fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida ditambahkan media PDA menggunakan konsentrasi fungisida 0, 2, 4, 6, 8, dan 10 ml pada setiap uji. Volume PDA ditambah dengan konsentrasi fungisida mencapai 100 ml. Selanjutnya media peracunan di homogenkan dan dituangkan ke dalam 16 cawan Petri pada setiap konsentrasi media peracunan.

Tabel 2. Khamir hasil eksplorasi tanah

No	Kandungan fungisida tanah	Koleksi khamir Laboratorium Bioteknologi	Khamir hasil identifikasi
1.	Metil tiofanat	<i>Saccharomyces</i> sp. (K1)	-
2.	Metil tiofanat	<i>Candida</i> sp. (K2)	-
		<i>Schizosaccaromyces</i> sp. (K3)	-
3.	Metil tiofanat	<i>Pichia</i> sp. (K4)	-
4.	Metil tiofanat	<i>Pichia</i> sp. 1 (K5)	-
5.	Metil tiofanat	<i>Pichia</i> sp. 2 (K6)	-
6.	Simoksani	<i>Saccharomyces</i> sp. (K7)	-
7.	Simoksani	<i>Candida</i> sp. (K8)	-
8.	Simoksani	<i>Debaryomyces</i> sp. (K9)	-
9.	Simoksani	<i>Issatchenkia</i> sp. (K10)	-
10.	Maneb	<i>Candida</i> sp. 1 (K11)	-
11.	Maneb	<i>Candida</i> sp. 2 (K12)	-
12.	Maneb	<i>Pichia</i> sp. (K13)	-
13.	Maneb		
14.	Tembaga Hidroksida	<i>Candida</i> sp. (K14)	
15.	Tembaga Hidroksida	<i>Pichia</i> sp. (K15)	
16.	Tembaga Hidroksida	<i>Saccharomyces</i> sp. (K16)	

Komposisi media peracunan pada uji ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adaptasi khamir hasil eksplorasi pada media tumbuh. Selanjutnya diambil 1 ose koloni tunggal khamir dari streak tiga kuadran. Khamir digoreskan secara horizontal pada media peracunan. Khamir yang sudah di goreskan secara horizontal pada media peracunan sampai dengan konsentrasi 10 g/l diukur panjang diameternya selama 3 HSI. Hari ketiga pada pengamatan diameter khamir juga dilakukan dokumentasi.

Uji Degradasi Khamir terhadap Jamur Patogen *C. arachidicola*

Uji degradasi menggunakan tiga perlakuan, yaitu: kontrol positif, kontrol negatif dan khamir. Khamir yang ditemukan pada eksplorasi tanah yang tercemar fungisida tembaga hidroksida berjumlah 3 khamir (Tabel 1). Khamir koleksi Laboratorium Bioteknologi berjumlah 13 digunakan sebagai pembanding (Tabel 2). Uji degradasi menggunakan RAL dengan 16 isolat khamir dan dilakukan 3 kali ulangan, sehingga terdapat 54 satuan percobaan. Uji degradasi menggunakan larutan PDB 100 ml yang ditambahkan dengan fungisida tembaga hidroksida 1 ml dari larutan stok fungisida. Selanjutnya ditambahkan 1 ml suspensi dari masing-masing larutan stok kultur khamir dan dihomogenkan selama 14 HSI menggunakan *rotary shaker*. Setelah itu larutan disterilkan menggunakan *autoclave* untuk mematikan khamir, yang tersisa hanya media PDB dan fungisida tembaga hidroksida yang diduga sudah terdegradasi khamir hasil eksplorasi. Kertas Whattman dicelupkan kedalam larutan yang sudah di *autoclave* selama 1 menit dan ditiriskan pada kapas steril. Uji degradasi dilakukan dengan meletakkan miselia jamur patogen *C. arachidicola* di tengah cawan petri yang berisi media PDA. Selanjutnya kertas saring Whattman diletakkan pada jarak 3 cm disisi kanan dan kiri jamur patogen *C. arachidicola*. Setelah itu diukur panjang diameter jamur patogen selama 7 HSI dan dokumentasi.

Analisis Data

Data hasil uji adaptasi dan uji degradasi pada penelitian ini dianalisis menggunakan sidik ragam. Apabila respon dari perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%.

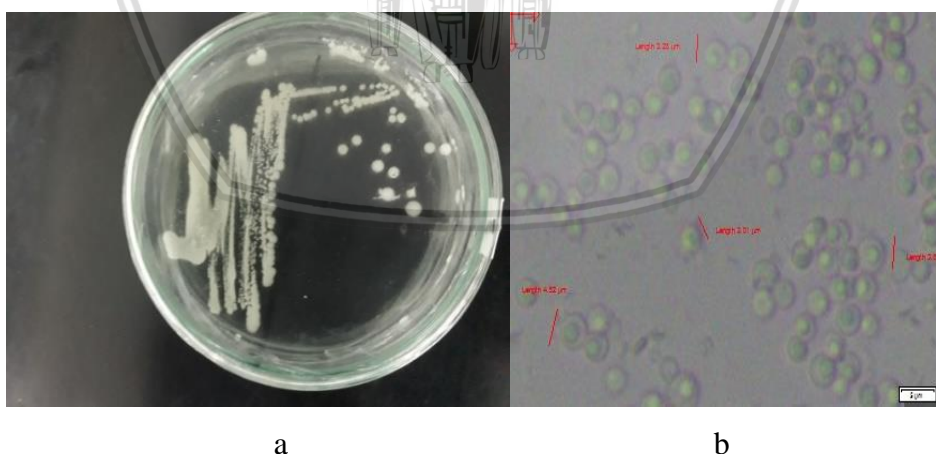
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan Identifikasi Khamir

Isolat khamir yang ditemukan yaitu: *Candida* sp. (K14), *Pichia* sp. (K15), dan *Saccharomyces* sp. (K16). Selain itu ditemukan 13 khamir hasil eksplorasi yang sudah ada sebagai pembanding pada uji adaptasi dan uji degradasi. Karakteristik khamir yang ditemukan secara spesifik dideskripsikan sebagai berikut:

a. *Candida* sp. (K14)

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni khamir berwarna putih, bertekstur butiran, tepi koloni bergelombang, elevasi timbul, dan permukaan agak mengkilap (Gambar 1a). Pengamatan mikroskopis sel berbentuk oval, sel tunggal atau berkelompok, berukuran 4-6 μm , tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa (Gambar 1b). Ciri-ciri tersebut sesuai dengan pernyataan Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan koloni *Candida* sp. pada suhu 25°C berwarna putih hingga putih kusam, tekstur butiran, agak bergerigi, dan permukaan mengkilap. Bentuk sel bulat, *ovoidal* atau agak oval, sel tunggal atau berpasangan dengan ukuran 2,5-4,5 μm dan tipe pertunasan multilateral.



Gambar 1. Khamir *Candida* sp. a: makroskopis dan b: mikroskopis

b. *Pichia* sp. (K15)

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni berwarna putih, bertekstur butiran, tepi koloni rata, elevasi timbul, dan permukaan mengkilap (Gambar 2b).

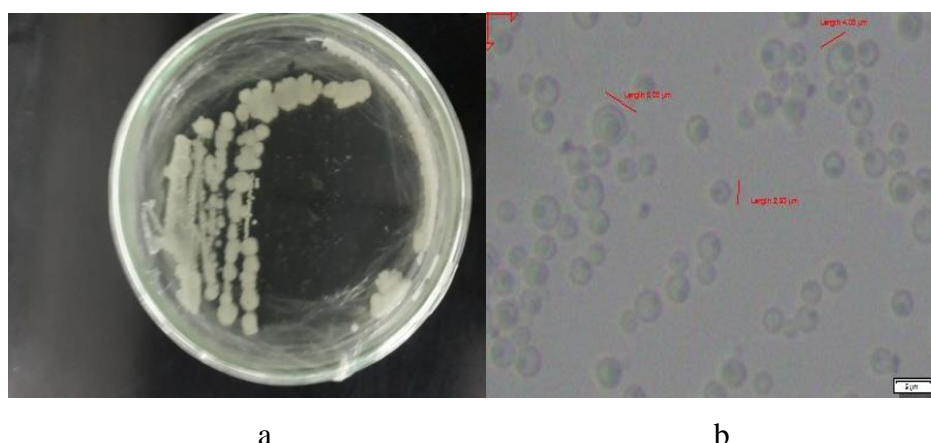
Pengamatan mikroskopis sel berbentuk bulat, sel tunggal atau berkelompok kecil, dan ukuran sel berkisar 2,58-4 μm (Gambar 2b). Ciri-ciri tersebut sesuai dengan Widiastutik dan Alami (2013) mendeskripsikan khamir *pichia* memiliki makroskopis warna putih hingga krem, elevasi datar hingga cembung dan memiliki permukaan terlihat kusam dengan tepi berflamen dan berombak. Sel berbentuk silindris atau ovoidal, sel tunggal atau berpasangan dan berukuran 2,3-4,8 μm . Tipe pertunasan multilateral serta dapat membentuk pseudohifa.



Gambar 2. Khamir *Pichia* sp. a: makroskopis, b: mikroskopis

c. *Saccharomyces* sp. (K16)

Berdasarkan pengamatan makroskopis khamir berwarna putih kusam, bertekstur butiran, tepi koloni bergelombang, elevasi timbul, dan permukaan agak mengkilap (Gambar 3a). Pengamatan mikroskopis sel berbentuk oval, sel tunggal atau berkelompok, berukuran 3-5 μm , tipe pertunasan multilateral dan dapat membentuk pseudohifa (Gambar 3b). Ciri-ciri tersebut sesuai dengan Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa koloni *Saccharomyces* sp. pada suhu 25°C berwarna krem muda, bertekstur butiran, halus, dan permukaan mengkilap. Bentuk sel bulat, *ovoidal* atau agak oval dengan ukuran 3-8 μm dan dapat membentuk pseudohifa.



Gambar 3. Khamir *Saccharomyces* sp. a: makroskopis, b: mikroskopis

Uji Adaptasi Khamir pada Media PDA yang Ditambahkan Fungisida Tembaga Hidroksida

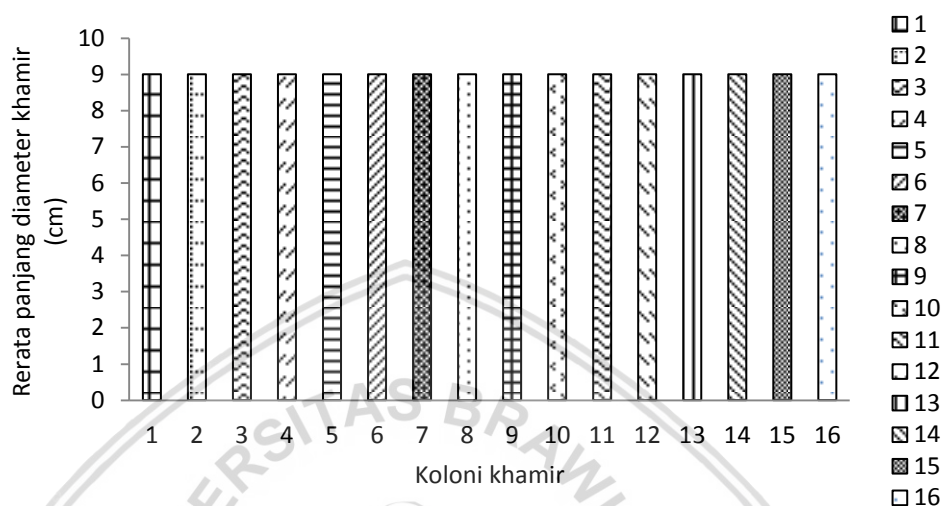
Pemberian fungisida tembaga hidroksida dan khamir pada media PDA berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan khamir. Khamir memiliki kemampuan bertahan hidup pada media yang ditambahkan fungisida. Semakin tinggi konsentrasi fungisida, semakin rendah pertumbuhan diameter khamir. Pertumbuhan diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida konsentrasi 2, 4 dan 6 g/l adalah sama (Tabel 3). Pada konsentrasi fungisida 10 g/l menunjukkan diameter paling rendah. Hal tersebut dikarenakan fungisida dengan konsentrasi yang tinggi, semakin tinggi pula sifat toksik yang menekan pertumbuhan khamir.

Tabel 3. Rerata panjang diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida tembaga hidroksida

Konsentrasi Fungisida (g/l)	khamir 1-16
0	9,0000 d
2	7,6958 c
4	7,1875 c
6	7,5021 c
8	5,5542 b
10	4,2708 a

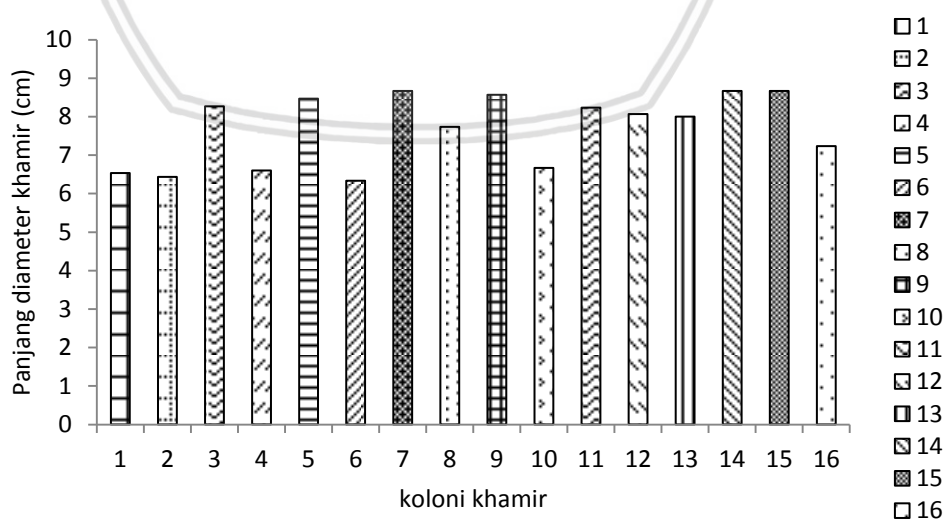
Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%

Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida dengan konsentrasi 0 g/l pada 16 khamir dapat hidup sampai diameter 9 cm (Gambar 4).



Gambar 4. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 2 g/l.

Rerata diameter khamir yang tumbuh pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi fungisida 2 g/l paling tinggi yaitu K7, K14 dan K15 yaitu 8,6 cm. Pertumbuhan diameter khamir terendah pada K6 yaitu 6,3 cm (Gambar 5).



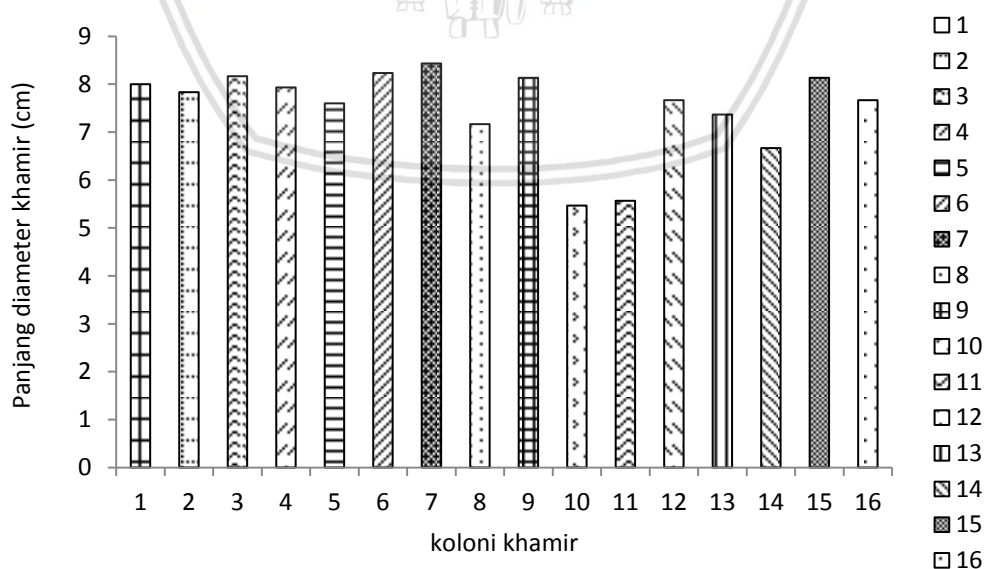
Gambar 5. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 2 g/l.

Rerata diameter khamir yang tumbuh pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi fungisida 4 g/l paling tinggi yaitu K10 dengan diameter 8,6 cm . Pertumbuhan diameter khamir terendah pada K2 yaitu 6,2 cm (Gambar 6).



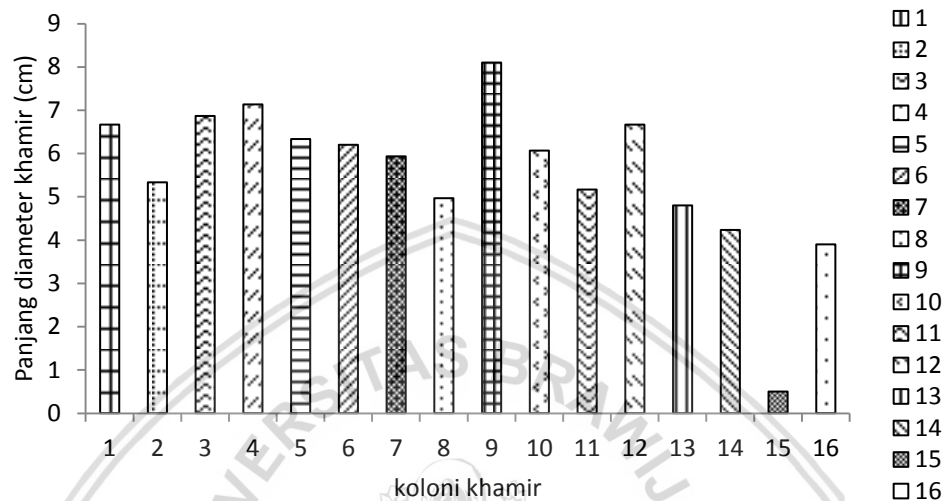
Gambar 6. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 4 g/l

Rerata diameter khamir yang tumbuh pada media peracunan dengan konsentrasi fungisida 6 g/l paling tinggi yaitu K7 sebesar 8,4 cm. Pertumbuhan diameter khamir terendah pada K10 yaitu 5,4 cm (Gambar 7).



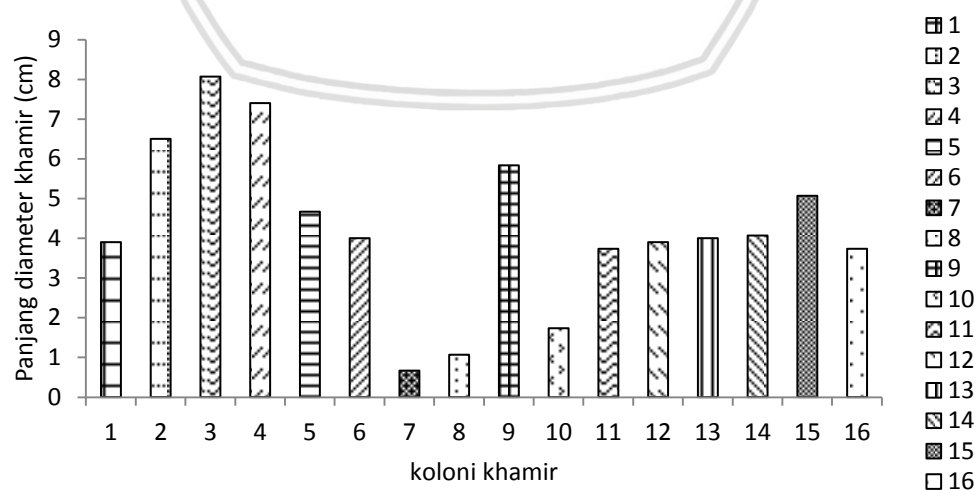
Gambar 7. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 6 g/l

Rerata diameter khamir yang tumbuh pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 8 g/l dengan konsentrasi fungisida 2 g/l paling tinggi yaitu K9 sebesar 8,1 cm. Pertumbuhan diameter khamir terendah pada K15 yaitu 0,5 cm (Gambar 8).



Gambar 8. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 8 g/l.

Rerata diameter khamir yang tumbuh pada media peracunan dengan konsentrasi fungisida 10 g/l paling tinggi yaitu K3 sebesar 8,1 cm. Pertumbuhan diameter khamir terendah pada K7 yaitu 0,6 cm (Gambar 9).



Gambar 9. Rerata diameter khamir pada media PDA yang ditambahkan fungisida dengan konsentrasi 10 g/l.

Berdasarkan data tersebut khamir dapat tumbuh pada media PDA yang diaplikasikan dengan fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida hingga konsentrasi 10 g/l. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Slavikova dan Vadkertiova (2003) pemberian pestisida pada lahan pertanian mempengaruhi pertumbuhan biomassa khamir, tergantung pada strain dari *yeast* dan jenis pestisida yang diaplikasikan. Texeira (2007) menyatakan bahwa khamir masih dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang tercemar oleh fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida. Kallia dan Gosal (2011) juga melaporkan jamur tanah mempunyai kemampuan bertahan yang lebih tinggi pada tanah yang diaplikasikan pestisida. Pengaplikasian fungisida dapat menurunkan populasi dan kemampuan jamur untuk tumbuh. Semangun (2008) menjelaskan bahwa bahan aktif tembaga hidroksida yaitu fungisida yang menyerang sistem pernapasan pada jamur dan mitokondria merupakan sel yang berperan dalam sistem pernapasan organisme. Mutasi pada mitokondria memungkinkan khamir dapat berespirasi dengan baik sehingga lebih resisten terhadap fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida. Menurut Cassalone (2010), khamir dapat bertahan terhadap fungisida golongan ditiokarbamat dengan cara memutasi sel mitokondria menjadi lebih kecil dan membuat khamir lebih resisten terhadap racun yang disebabkan oleh fungisida.

Uji Degradasi Khamir terhadap Jamur Patogen *C. arachidicola*

Pemberian fungisida tembaga hidroksida dan khamir pada media PDA berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jamur patogen *C. rachidicola*. Khamir memiliki kemampuan mendegradasi sifat toksik fungisida. Semakin tinggi rerata diameter jamur patogen *C. rachidicola*, semakin tinggi kemampuan khamir dalam mendegradasi sifat toksik fungisida. Pertumbuhan diameter koloni jamur patogen *C. arachidicola* pada KP, KN, K2, K3, K4, K5, K6, K8, K10, K11, K12, K13, dan K14 adalah sama. Rerata diameter jamur patogen *C. arachidicola* pada K9 paling tinggi. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi daya degradasi khamir terhadap sifat toksik fungisida, semakin rendah sifat toksik fungisida dalam mengurangi pertumbuhan jamur patogen *C. arachidicola*. Khamir melakukan biotransformasi sifat toksik fungisida dengan mengubah struktur pada molekul beracun menjadi

tidak beracun. Ditandai dengan pertumbuhan jamur patogen *C. arachidicola* yang tinggi. Hasil tersebut sesuai dengan penilitan Diez (2010) bahwa khamir melakukan biotransformasi pestisida dan xenobiotic dengan cara merubah struktur minor pada molekul racunnya menjadi non toksik atau tidak beracun. Hasil biotransformasi pestisida ini kemudian dilepas ke lingkungan sehingga dapat diurai lebih lanjut oleh bakteri. Javaid *et, al.* (2016) menginformasikan bahwa beberapa jenis spesies jamur dan khamir di alam dapat menjadi agens yang efektif dalam mendegradasi racun organik, seperti pada jamur *Fusarium vertilioides* yang dapat mengubah *toxic* mejadi karbon sebagai sumber energi dalam kondisi aerobik. Hal ini didukung oleh Javid *et, al.* (2016) bahwa enzim yang dihasilkan oleh tanaman maupun mikroba yang berada di dalam tanah mampu mendegradasi pestisida. Enzim yang dihasilkan mikroba dapat mengubah senyawa kimia dari pestisida menjadi sumber karbon dan fosfor.

Tabel 4. Rerata panjang diameter jamur patogen *C. arachidicola* pada uji degradasi khamir.

Perlakuan	Rerata Diameter <i>C. arachidicola</i>
KN	3,0667 bc
KP	2,3333 bc
K1	0,0000 a
K2	2,7000 bc
K3	2,3333 bc
K4	2,2000 bc
K5	2,4333 bc
K6	2,7667 bc
K7	3,9667 cd
K8	3,4000 bc
K9	5,5667 d
K10	2,8667 bc
K11	3,4000 bc
K12	3,2667 bc
K13	3,1000 bc
K14	2,9333 bc
K15	2,0333 b
K16	1,9667 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf kesalahan 5%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

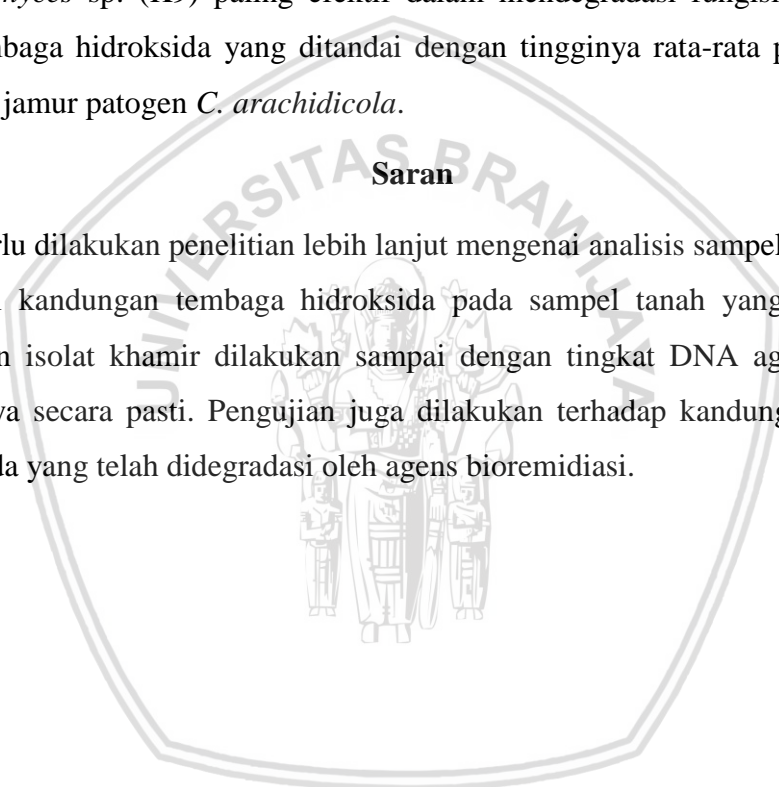
Kesimpulan

Khamir yang ditemukan dari hasil isolasi jamur pada sampel tanah yang diaplikasikan fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida diperoleh tiga isolat khamir yaitu: *Candida* sp. (K14), *Pichia* sp. (K15), dan *Saccharomyces* sp. (K16).

16 isolat khamir yang ditemukan mampu bertahan hidup pada media tumbuh yang ditambahkan konsentrasi sampai dengan 10 g/l. Khamir *Debaryomyces* sp. (K9) paling efektif dalam mendegradasi fungisida berbahan aktif tembaga hidroksida yang ditandai dengan tingginya rata-rata pertumbuhan diameter jamur patogen *C. arachidicola*.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis sampel tanah untuk mengkaji kandungan tembaga hidroksida pada sampel tanah yang digunakan. Pengujian isolat khamir dilakukan sampai dengan tingkat DNA agar diketahui spesiesnya secara pasti. Pengujian juga dilakukan terhadap kandungan tembaga hidroksida yang telah didegradasi oleh agens bioremediasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arsyadana, A. 2014. Efektifitas biopestisida biji mahkota dewa dengan lama fermentasi yang berbeda untuk mengendalikan hama keong mas (*pomacea canaliculata*) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.) Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Cabras, P., Meloni, M., Perisi, F.M., Farris, G.A., dan Fatichenti, F. 1988. *Yeast and Pesticide Interction duting AerobicFermentation*. Cagliari : Instito di Chemic Farmaceutica Tossicologica ed Applicata.
- Citroreksoko, P. 1996. Pengantar Bioremediasi. Di dalam: Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan. Prosiding Pelatihan dan Lokakarya; Cibinong, 24-28 Juni 1996. Cibinong: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. hlm 1-11.
- Deacon, J.W. 1997. Modern Micology. Blackwell Science. New York. 303 pp.
- Diez, M.C. 2010. *Biological Aspects involved in the Degradation of Organic pollutants*. Temuco : Environment Biotechnology Center.
- Djojosumarto, P. 2008. Pestisida dan aplikasinya. PT Agromedia Pustaka. Tangerang.
- El-Tarabily, K. A., A. H. Nassar, E.S. Giles, J. Hardy, and K. Sivasithamparam, Fish emulsion as a food base for rhizobacteria promoting growth of radish (*Raphanus sativus* L. Var. *sativus*) in a sandy soil . Jurnal Plant and Soil (Vol. 252 (2)/2004). hlm. 397- 411.
- FAO. 1998. Copper Hydroxide. Roma : Food and Agrikulture Organization of The United Nation.
- Fonseca, A dan Inacio, J. 2006. Phylloplane Yeasts. In: The Yeast Handbook: Biodiversity and Ecophysiology of Yeast. Rosa C and Gabor P (Eds), 263-301. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1998. Cooper Hydroxide Specification 44/WP/S/F. AGP:CP/362.
- Hidayat. N., Wigyanto., Sumarsih S., dan Putri I.A. Mikologi Industri. Malang : UB Press.
- Javaid, M. K. Ashiq M., dan Tahir, M. 2016. *Potential of Biological Agents in Decontamination of Agricultural Soil*. Pakistan : Department of Chemsitry, University of Gujrat.
- Kalia, A., dan Gosal, S. K. 2014. *Effect of Pesticide Aplication on Soil Microrgnisms*. Ludhiana : Electron Microscopy and nanoscience Labrotary.
- Mari, M. dan Guizzard, M. 1998. the postharvest phase: Emerging Technologies for thecontrol of Fungal Diseases. *Phytoparasitica* 26 (1):59-66.

- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi logam berat. Jakarta :Rineka Cipta.
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Jurnal Ilmu Lingkungan. Vol.10 No.1
- Ray, S. 2014. *Bioremediation of pesticides:a Case study*. Dalam: *Sujarit D. (ed).Microbial Biodegradation and Bioremediation*.Elsevier. London.
- Riyanto dan Rozali, M. Othman.,2015. *Electrosynthesis and Characterization of Cu(OH)₂ Nanoparticle using Cu and Cu-PVC Electrodes in Alkaline Solution*. International Journal of Electrochemical Science.No.10:4911-4921.
- Sastrahidayat, I.R. 2011. Mikologi Ilmu Jamur. Malang : UB Press.
- Sastrahidayat, I.R. 2013. Penyakit Tanaman Sayur-Sayuran. Malang : UB Press.
- Sastroutomo, SS. 1992. Pestisida Dampak dan Penggunaannya. Jakarta (ID): Widia Pustaka Utama. Sastroutomo SS. 1992. Pestisida Dampak dan Penggunaannya. Jakarta (ID): Widia Pustaka Utama. Sastroutomo SS. 1992. Pestisida Dampak dan Penggunaannya. Jakarta (ID): Widia Pustaka Utama.
- Semangun, H. 2004. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Slavikova, E. dan Vadkertiova, R. 2003. *Efffects of Pesticides on Yeasts Isolated from Agrikultural Soil*. Culture Collection of Yeasts. Slovak Academy of Sciences 58 c : 855-859.
- Suwahyono, U. 1996.Aplikasi Biofungisida *Trichoderma* spp Untuk Pengendali Jamur Patogen *Rhizoctonia solanii* Pada Tanaman kedelai (*Glycine max* (L.)Merr.).Alami, Vol. 1(2). BPPT, Jakarta, hal 50-53.
- Svehla, G.V. 1985. Analisis Kualitatif Anorganik Makro dan SemiMikro. Kalman Media Pustaka. Jakarta.
- Tarigan, Z. 1990. Prinsip Dasar Metoda Analisa Atomic Absorption Spectrophotometer. Majalah Semi Populer, vol. 14. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Ambon.
- Zheng, X., Yang, Q.Z. hang, h., Cao, j., Zhang, X., dan Apalia,M. T. 2016.*The Possible Mecanisms Invilved in Degradation of Patulin by Picdhia caribbica*. Jiangsu University. Toxins 2016, 8,289.